

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Oktober 2003 (23.10.2003)

PCT

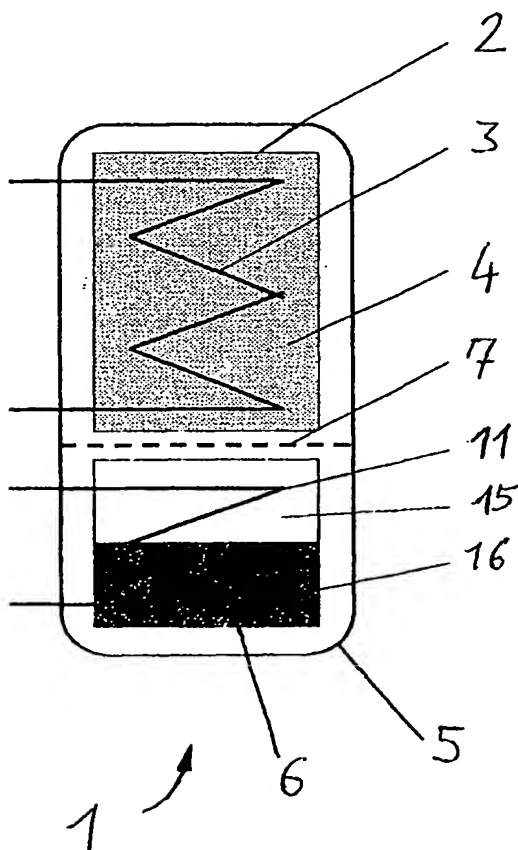
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/087682 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F25B 17/08**, 35/04, 30/04
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/03880
- (22) Internationales Anmeldedatum: 15. April 2003 (15.04.2003)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 102 17 443.1 18. April 2002 (18.04.2002) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SORTECH AG** [DE/DE]; Hanferstrasse 28, 79108 Freiburg (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HENNING, Hans-Martin** [DE/DE]; Marie-Curie-Strasse 28, 79100 Freiburg (DE).
- (74) Anwalt: **WEITZEL & PARTNER**; Friedenstrasse 10, 89522 Heidenheim (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SOLID SUBSTANCE SORPTION HEAT PUMP

(54) Bezeichnung: FESTSTOFF-SORPTIONSWÄRMEPUMPE



(57) Abstract: A solid substance sorption heat pump comprises an adsorber/desorber unit (2) with a heat exchanger (3) and a solid sorption material (4). The adsorber/desorber unit (2) is placed in a shared housing (5), which is sealed from the outside, together with a condenser/evaporator unit (6), whereby the adsorber/desorber unit (2) and the condenser/evaporator unit (6) are separated from one another by an adsorbant-permeable element (7). The adsorber/desorber unit (2) comprises a thermoconductive holding body (9), which is connected in a thermoconductive manner to the heat exchanger (3). The holding body (9) holds the sorption material (4), and gives the adsorber/desorber unit (2) its stability. The interior of the shared housing is subjected to the action of a negative pressure. The shared housing (5) is provided in the form of a thin-walled sheet metal casing that is placed on the holding body (9) whereby diverting the collapsing forces generated by the negative pressure to the holding body (9) and/or to the heat exchanger (3) and to the condenser/evaporator unit (6).

(57) Zusammenfassung: Eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe umfasst eine Adsorber-Desorber-Einheit (2) mit einem Wärmetauscher (3) und einem Feststoff-Sorptionsmaterial (4). Die Adsorber-Desorber-Einheit (2) ist in einem gemeinsamen, zur Umgebung abgedichteten Gehäuse (5) zusammen mit einer Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) angeordnet, wobei die Adsorber-Desorber-Einheit (2) und die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) durch ein adsorptivdurchlässiges Element (7) voneinander getrennt sind. Die Adsorber-Desorber-Einheit (2) umfasst einen wärmeleitenden Aufnahmekörper (9), der in wärmeleitender Verbindung mit dem Wärmetauscher (3) angeordnet ist. Der Aufnahmekörper (9) nimmt das Sorptionsmaterial (4) auf und verleiht der Adsorber-Desorber-Einheit (2) ihre Stabilität. Der Innenraum des gemeinsamen Gehäuses ist mit einem Unterdruck beaufschlagt. Das gemeinsame Gehäuse (5) ist als dünnwandige Blechummantelung ausgeführt, die derart auf den Aufnahmekörper (9) aufgelegt ist, dass

die durch den Unterdruck erzeugten Kollabierungskräfte auf den Aufnahmekörper (9) und/oder den Wärmetauscher (3) und die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) abgeleitet werden.





GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Feststoff-Sorptionswärmepumpe

Die Erfindung betrifft eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe und ein Heizungssystem mit einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe.

5

10

Es ist bekannt, thermisch angetriebene Wärmepumpen auf der Basis von Feststoffadsorption für Heizungs- und Kühlzwecke zu verwenden. Übliche Arbeitsstoffpaare – Sorptionsmaterial und Adsorbat – sind beispielsweise Zeolith und Wasser, wobei das Arbeitsgas Wasser im Niederdruckbereich betrieben wird. Adsorptionswärmepumpen mit einem solchen Arbeitsstoffpaar sind beispielsweise in der DE 199 61 629 und DE 100 38 636 offenbart.

15

Es sind jedoch auch Arbeitsstoffpaare, die im Hochdruckbereich betrieben werden, bekannt. Beispielsweise seien Salzsäure-Ammoniak genannt, wie sie zum Beispiel in der US 4.694.659 offenbart sind.

20

25

An Feststoff-Sorptionswärmepumpen werden verschiedene technische Anforderungen gestellt. Besonders wesentlich sind die Forderungen nach einem hohen Wärmeverhältnis, einer hohen Leistungsdichte und einer einfachen Regelbarkeit der Wärmeabgabe. Das Wärmeverhältnis der Nutzwärme zur Antriebswärme (auch COP: Coefficient of Performance) hängt im wesentlichen von den Anteilen des sorptiven und des sensiblen Wärmeumsatzes während eines Wärmepumpenzyklus ab. Unter sorptivem Umsatz versteht man die Freisetzung der bei der Adsorption des Arbeitsgases entstehende beziehungsweise die Aufnahme der zur Desorption benötigte Sorptionswärme, wohingegen der sensible Wärmeumsatz den Energieumsatz beschreibt, der bei der Aufheizung beziehungsweise Abkühlung des gesamten Systems auftritt.

30

Nimmt man idealerweise an, dass die sensible Wärme vernachlässigbar klein ist, wird das maximal mögliche Wärmeverhältnis mit einem bestimmten Arbeitsstoffpaar erreicht. Für Silikagel-Wasser liegt dieses für eine einstufige Wärmepumpe typischerweise bei ca. 180%. Diese Prozentzahl setzt sich zusammen aus 100

Prozent Nutzwärme, die aus der Antriebswärme gewonnen wird, bei gleichzeitiger vollständiger Desorption des Adsorbats. Der zweite Anteil von 80 Prozent kann in Form von Nutzwärme abgegeben werden, bei der anschließenden Abkühlung des Adsorbers und der Adsorption des Adsorbats im Sorptionsmaterial.

5

Um besonders hohe Wärmeverhältnisse zu erreichen, wurden thermodynamisch immer ausgereifere Systeme entwickelt, wobei insbesondere durch die Anordnung einer Vielzahl von Adsorbern beziehungsweise Desorbern, welche nacheinander vom Wärmeträger durchströmt werden und in einer Vielzahl von

10 Zyklen geschaltet werden, eine möglichst hohe Wärmerückgewinnung angestrebt wird, die das Verhältnis zwischen sorptivem und sensiblem Umsatz verbessert. Nachteilig an diesen Systemen sind jedoch der erhebliche technische Aufwand, die Störanfälligkeit und die hohen Herstellungs- und Wartungskosten.

15

Die Offenlegungsschrift DE 199 02 695 A1 zeigt eine Sorptionswärmepumpe, bei der ein Ad-/Desorber-Wärmetauscher zusammen mit einem Verdampfer und einem Kondensator, die zu einem Verdampfer/Kondensator-Wärmetauscher integriert sind, in einem gemeinsamen vakuumdichten Behälter angeordnet sind.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe mit einem hohen Wärmeverhältnis und ein Heizungssystem anzugeben, welche gegenüber dem Stand der Technik verbessert sind.

25

Diese Aufgabe wird durch eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe beziehungsweise ein Heizungssystem gemäß der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche beschreiben besonders vorteilhafte Ausgestaltungen.

30

Der Erfinder hat erkannt, dass die herkömmlichen Feststoff-Sorptionspumpen zwar hinsichtlich des thermodynamischen Prozesses durch die kaskadenförmige Verschaltung mehrere Adsorber beziehungsweise Desorber verbessert sind, gleichzeitig aber auch durch den notwendigen Einbau von Rohren, Ventilen und Pumpen für den inneren Wärmeaustausch zusätzliche Kapazitäten und

Wärmeverluste in den Gesamtapparat eingebracht werden, welche wiederum die Effizienz der Wärmerückgewinnung reduzieren. Die erfindungsgemäße Wärmepumpe zeichnet sich durch einen besonders einfachen Aufbau aus, der zum einen die Herstellungskosten reduziert und die Störanfälligkeit deutlich verringert. Zum anderen kann durch den erfindungsgemäßen Aufbau die Wärmekapazität des gesamten Apparates außerordentlich gering gehalten werden, so dass der sensible Wärmeumsatz entsprechend gering ausfällt.

Bei einer erfindungsgemäßen Feststoff-Sorptionswärmepumpe ist eine Adsorber-Desorber-Einheit und eine Kondensator-Verdampfer-Einheit in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet und durch ein adsorptivdurchlässiges Element voneinander getrennt. In der Gasphase wird der Arbeitsstoff als Adsorptiv bezeichnet und in der adsorbierten, flüssigen Phase als Adsorbat. Man könnte daher auch allgemein von einem dampfdurchlässigen Element sprechen. Das Gehäuse ist gegenüber der Umgebung abgedichtet.

Die Adsorber-Desorber-Einheit umfasst einen Wärmetauscher, zum Übertragen von Wärme von einem Wärmeträger, der durch den Wärmetauscher strömt, auf das Feststoff-Sorptionsmaterial beziehungsweise vom Feststoff-Sorptionsmaterial auf den Wärmeträger.

Verdampfer und Kondensator der erfindungsgemäßen Feststoff-Sorptionswärmepumpe sind als ein Bauteil – Kondensator-Verdampfer-Einheit – ausgeführt. Mittels der Kondensator-Verdampfer-Einheit kann einerseits das dampfförmige Adsorptiv kondensiert werden und dabei die Kondensationswärme auf ein Wärmemedium zur Weiterleitung in eine Heizeinrichtung übertragen werden und andererseits Wärme aus einer Niedertemperaturquelle dem flüssigen Arbeitsstoff zur Verdampfung zugeführt werden.

Die Kondensator-Verdampfer-Einheit ist vorteilhaft im gemeinsamen Gehäuse unterhalb der Adsorber-Desorber-Einheit angeordnet und das adsorptivdurchlässige Element als ein dampfdurchlässiger Schwamm ausgebildet, welcher die Funktion eines Abstandshalters mit Dampfkanälen hat. Insbesondere

ist die Verwendung eines Keramik-Schwammes als adsorptivdurchlässiges Element geeignet.

5 Um erfindungsgemäß einen Aufbau mit einer besonders geringen Wärmekapazität zu erreichen, umfasst die Adsorber-Desorber-Einheit einen wärmeleitenden Aufnahmekörper, der in wärmeleitender Verbindung mit dem Wärmetauscher steht. Der Aufnahmekörper erfüllt zwei Funktionen, nämlich einerseits die Wärmeübertragung zwischen Wärmetauscher und Sorptionsmaterial und andererseits die Herstellung einer stabilen Struktur der Adsorber-Desorber-
10 Einheit. Mit dieser stabilen Struktur ist es nämlich möglich, die Wandung des gemeinsamen Gehäuses besonders dünn auszuführen, da diese der Baueinheit der Sorptionswärmepumpe keine zusätzliche Stabilität mehr verleihen muss, sondern lediglich zur Abdichtung des Innenraumes mit der Adsorber-Desorber-Einheit und der Kondensator-Verdampfer-Einheit gegenüber der Umgebung dient.
15 Die Außenwand kann beispielsweise als Blechummantelung ausgeführt sein mit einer Wandstärke von 0,5 Millimetern oder weniger, insbesondere von 0,1 bis 0,5 Millimetern, die von außen auf die Adsorber-Desorber-Einheit beziehungsweise Kondensator-Verdampfer-Einheit aufgelegt oder abgestützt ist. Es sind aber auch aus beispielsweise schweißtechnischen Gründen größere Wandstärken denkbar.
20 Beispielsweise kann die Wandstärke dafür 1,5 Millimeter oder weniger betragen. Besonders vorteilhaft umfasst auch die Kondensator-Verdampfer-Einheit einen gleichartigen Aufnahmekörper mit der Doppelfunktion des Übertragens von Wärme zwischen Arbeitsstoff und zugeführtem/abgeführtem Wärmeträger und des Herstellens einer stabilen Struktur.

25 Für den Aufbau des Aufnahmekörpers sind insbesondere zwei Ausführungen geeignet. Die erste Ausführung umfasst eine Lamellenkonstruktion, die um den Wärmetauscher der Adsorber-Desorber-Einheit angeordnet ist. Zwischen die einzelnen Lamellen ist das Feststoff-Sorptionsmaterial eingebracht, derart, dass
30 ein möglichst hoher Wärmeübergang vom Wärmetauscher auf das Sorptionsmaterial erreicht wird. Insbesondere sind handelsübliche Lamellenwärmetauscher verwendbar, wobei vorteilhafterweise die Lamellen

senkrecht angeordnet sind und Bohrungen für den Dampftransport des Sorptionsmaterials aufweisen.

Das Feststoff-Sorptionsmaterial ist in einer Ausführung als Schüttung zwischen die
5 Lamellen der Lamellenkonstruktion eingebracht. Sofern die Lamellen senkrecht
angeordnet sind und mit Bohrungen versehen sind, strömt der Dampf im
wesentlichen waagerecht. Die Kanäle, welche durch die Bohrungen ausgebildet
werden, stellen eine Art Verteiler dar, um den Dampf gleichmäßig in das
Sorptionsmaterial zu verteilen (Adsorption) beziehungsweise um den Dampf aus
10 dem Sorptionsmaterial zu sammeln (Desorption). Dabei ist der
Strömungswiderstand der Dampfströmung durch die Bohrungen beziehungsweise
durch die von den Bohrungen ausgebildeten Kanäle verglichen zu dem
Strömungswiderstand der Dampfströmung durch die Schüttung vergleichsweise
gering. Vorteilhaft wird daher der Dampfweg durch die Schüttung möglichst kurz
15 ausgeführt, um den damit verbundenen Strömungswiderstand so gering wie
möglich zu halten. Gemäß einer vorteilhaften Ausführung sind die Bohrungen
derart zueinander beziehungsweise zu den Rohrleitungen des Wärmetauschers
beabstandet, dass der maximale Dampfweg durch die Schüttung ca. 20 Millimeter
beträgt. Einzelheiten zu der konstruktiven Gestaltung werden im Zusammenhang
20 mit den beigefügten Figuren nachfolgend erläutert.

Die zweite vorteilhafte Ausführung des Aufnahmekörpers weist einen Metall-
Schwamm auf, in dessen Zwischenräume das Sorptionsmaterial eingebracht ist,
und durch welchen die Rohrleitungen des Wärmetauschers geführt sind. Auch bei
25 dieser Ausführungsform können vorteilhaft Dampfkanäle in den Aufnahmekörper
insbesondere durch Einstanzen eingebracht sein. Dabei sind die Dampfkanäle
wiederum vorteilhaft derart im Aufnahmekörper verteilt angeordnet, dass der
maximale Dampfweg bei Einbringung des Sorptionsmaterials als Schüttung durch
die Schüttung 20 Millimeter beträgt.

30 In einer besonders vorteilhaften Ausführung ist vorgesehen, den Wärmetauscher
der Adsorber-Desorber-Einheit und/oder den Aufnahmekörper derselben mit dem

Sorptionsmaterial zu beschichten. Dies kann alternativ oder zusätzlich zu der Einbringung des Feststoff-Sorptionsmaterials in die Adsorber-Desorber-Einheit erfolgen.

5 Um eine besonders gute Isolierung der Feststoff-Sorptionswärmepumpe gegenüber der Umgebung zu erreichen, kann das gemeinsame Gehäuse zweischalig ausgeführt sein. In den Innenraum zwischen die innere und die äußere Schale ist vorteilhaft ein wärmedämmendes Material eingefügt, welches Druckkräfte übertragen kann. Dadurch ist es möglich, beide Schalen besonders
10 dünnwandig auszuführen, beispielsweise als dünne Blechummantelung. Druckkräfte können von der äußeren Schale über das wärmedämmende Material auf die innere Schale und weiter auf den Aufnahmekörper der Adsorber-Desorber-Einheit beziehungsweise der Kondensator-Verdampfer-Einheit abgeleitet werden. Der Zwischenraum zwischen den beiden Schalen kann evakuiert, das heißt mit
15 einem Unterdruck beaufschlagt sein, um die Isolationswirkung noch zu steigern.

Bei einer zweiten erfindungsgemäßen Feststoff-Sorptionswärmepumpe sind die Adsorber-Desorber-Einheit und die Kondensator-Verdampfereinheit in getrennten
20 Gehäusen angeordnet. Die Innenräume beider Gehäuse sind durch mindestens eine dampfleitende Verbindung miteinander verbunden, beispielsweise durch eine oder mehrere Rohrleitungen. Somit ist sowohl die Adsorber-Desorber-Einheit als auch die Kondensator-Verdampfer-Einheit als selbständiges Bauteil ausgeführt. Jedes dieser beiden Bauteile weist einen Aufnahmekörper auf, der vorteilhaft zwei Funktionen erfüllt, nämlich einerseits die Wärmeübertragung zwischen
25 Wärmetauscher und Sorptionsmaterial (Adsorber-Desorber-Einheit) beziehungsweise die Funktion von Rippen des Wärmetauschers des Kondensators (Kondensator-Verdampfer-Einheit) und andererseits die Herstellung einer stabilen Struktur der einzelnen Baueinheiten. Aufgrund dieser stabilen Strukturen ist es nämlich wiederum möglich, die Wandungen der Gehäuse
30 besonders dünn auszuführen, beispielsweise als Blechummantelung, da die notwendige Stabilität der einzelnen Baueinheiten durch die Aufnahmekörper hergestellt wird. Die Wandungen dienen lediglich zur Abdichtung der Innenräume

gegenüber der Umgebung. Auch hier können wiederum Wandstärken von 1,5 Millimeter beziehungsweise 0,5 Millimeter oder weniger, insbesondere von 0,1 bis 0,5 Millimeter vorgesehen sein. Bis auf die getrennte Gehäuseausführung kann die zweite erfindungsgemäße Ausführung entsprechend der ersten ausgeführt sein.

Das erfindungsgemäße Heizungssystem umfasst einen Heizkreislauf, der von einem Wärmeträger durchströmt wird und an den eine Hochtemperaturquelle angeschlossen ist, von der Wärme auf den Wärmeträger bei einem vorgegebenen ersten Temperaturniveau überführt werden kann. Zudem ist eine Niedertemperaturquelle an den Heizkreislauf angeschlossen, zum Zuführen von Wärme auf den Wärmeträger auf einem zweiten Temperaturniveau, welches unterhalb des ersten Temperaturniveaus liegt. Eine Heizeinrichtung, die zum Abführen von Wärme aus dem Wärmeträger dient – beispielsweise für die Aufheizung eines Raumes oder Gebäudes – ist an den Heizkreislauf angeschlossen, wobei die Wärme auf einem vorgegebenen dritten Temperaturniveau abgeführt wird, welches zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturniveau liegt. An den Heizkreislauf ist weiterhin eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe angeschlossen, welche den beschriebenen erfindungsgemäßen Aufbau aufweist. Mittels eines Heizkreisverteilers beziehungsweise mittels Heizkreislaufventilen, die im Heizkreislauf angeordnet sind, kann der Strömungsweg des Wärmeträgers durch den Heizkreislauf beziehungsweise durch die angeschlossenen Elemente eingestellt werden. Dabei ist der Heizkreisverteiler beziehungsweise sind die Heizkreislaufventile derart ausgeführt und angeordnet, dass vorteilhaft drei Schaltphasen eingestellt werden können. Die einzelnen Schaltphasen – Desorptionsphase, Adsorptionsphase und Bypassphase – werden nachfolgend in diesem Dokument beschrieben.

Die Erfindung soll anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert werden.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß der vorliegenden Erfindung;

Figur 2 eine schematische Darstellung eines Heizkreislaufes mit einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung;

Figur 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe mit einem Aufnahmekörper;

Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe mit einem Aufnahmekörper;

Figur 5 eine schematische Darstellung der Wärmeströmungen in den verschiedenen Phasen eines Ausführungsbeispiels eines Heizungssystems;

Figur 6 ein gemeinsames Gehäuse für eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß der vorliegenden Erfindung mit einer besonders guten Wärmedämmung;

Figur 7 eine erfindungsgemäße Ausführung mit einer Adsorber-Desorber-Einheit und einer Kondensator-Verdampfer-Einheit in getrennten Gehäusen.

In Figur 1 erkennt man die Grundkomponenten eines Ausführungsbeispiels einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 gemäß der vorliegenden Erfindung. In einem gemeinsamen Gehäuse 5 sind eine Adsorber-Desorber-Einheit 2 und eine Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 benachbart zueinander angeordnet. Die Adsorber-Desorber-Einheit 2 ist oberhalb der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 angeordnet, und beide Einheiten 5, 6 sind ausschließlich durch ein adsorptivdurchlässiges Element 7 voneinander getrennt. Durch die Adsorber-

Desorber-Einheit 2 ist ein Wärmetauscher 3 geführt. Die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 umfasst ebenfalls einen Wärmetauscher, welcher auch als Kondensations-Verdampfungs-Rohr 11 bezeichnet werden kann.

- 5 Der Innenraum der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 wird durch bei der Kondensation des Arbeitsstoffes (Adsorptiv) anfallenden Kondensats in einen Dampfraum 15 und einen Kondensatraum 16 aufgeteilt. Das Volumen der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 ist derart bemessen, dass der Kondensations-Verdampfungs-Wärmetauscher bei maximalem Kondensatanfall nicht überflutet wird. Im Verhältnis zur Adsorber-Desorber-Einheit 2 hängt das maximal benötigte Kondensatvolumen von der erreichbaren Beladungsbreite der Wärmepumpe ab und beträgt typischerweise 15 bis 25 Prozent des Volumens des Sorptionsmaterialies.
- 10
- 15 Das adsorptivdurchlässige Element 7 ist in Form eines schlecht wärmeleitenden Abstandshalters mit Dampfkanälen ausgeführt. Dadurch kann ein vorgegebener Abstand zwischen den beiden Einheiten 2, 6 eingestellt werden und diese weitgehend thermisch gegeneinander isoliert werden.
- 20
- 25 Nachfolgend soll kurz die Funktionsweise der dargestellten Feststoff-Sorptionswärmepumpe beschrieben werden: In einer ersten Phase wird über den Wärmetauscher 3 Heizwärme – beispielsweise aus einem Brenner einer Heizungsanlage – der Adsorber-Desorber-Einheit 2 zugeführt. Durch die Wärmezufuhr wird bei der Verwendung beispielsweise eines Silikagel/Wasser-Arbeitspaares Wasserdampf bei Unterdruck aus dem Sorptionsmaterial ausgetrieben. Der dampfförmige Arbeitsstoff (Adsorptiv, beispielsweise Wasserdampf) wird in der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 kondensiert und die dabei entstehende Kondensationswärme über das Kondensations-Verdampfungs-Rohr 11 abgeleitet und zu Heizzwecken genutzt. Aufgrund des bei der
- 30
- Kondensation anfallenden geringeren Druckes wird das aus dem Sorptionsmaterial ausgetriebene Adsorptiv sozusagen in die Kondensator-

Verdampfer-Einheit 6 aus der Adsorber-Desorber-Einheit 2 durch das adsorptivdurchlässige Element 7 angesaugt.

5 Nach einer vorgegebenen Zeitspanne (beispielsweise von 30 Minuten) ist der erste Zyklus – Desorptionszyklus – beendet. Zu diesem Zeitpunkt ist idealerweise das Adsorbat vollständig aus dem Sorptionsmaterial ausgetrieben und liegt in kondensierter Form, das heißt in flüssiger Phase, in der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 an. Wie in Figur 1 dargestellt, wird sich ein gewisser Flüssigkeitsspiegel in der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 einstellen.

10 Der Betrieb der dargestellten Feststoff-Sorptionswärmepumpe wird jetzt in die zweite Phase – Adsorptionsphase – durch Umschalten der entsprechenden Leitungsführung im Wärmeträgerkreislauf überführt. Dabei wird die Adsorber-Desorber-Einheit 2, das heißt der Wärmetauscher 3 derselben, mit einer
15 Heizeinrichtung, beispielsweise zum Aufheizen eines Raumes oder Gebäudes, verbunden. Das Kondensations-Verdampfungs-Rohr 11 der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 wird mit einer Niedertemperaturquelle verbunden. Die Adsorber-Desorber-Einheit 2 wird durch Wärmeabgabe abgekühlt. Dabei wird der
20 Arbeitsstoff wieder vom Sorptionsmaterial adsorbiert, nachdem es zuvor in der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 verdampft wurde. Auch dieser zweite Zyklus kann beispielsweise eine halbe Stunde betragen, ist aber insbesondere etwas länger als die Desorptionsphase. Danach befindet sich die Feststoff-Sorptionswärmepumpe wieder in der Ausgangssituation für die erste Phase, das
25 heißt, das Adsorbat ist idealerweise vollständig im Sorptionsmaterial adsorbiert. Adsorptionsphase und Desorptionsphase laufen somit zyklisch ab.

In Figur 2 ist die Systemeinbindung einer Ausführung einer erfindungsgemäßen Feststoff-Sorptionswärmepumpe in ein Heizungssystem gezeigt. Das
30 Heizungssystem umfasst, wie in Figur 2a dargestellt ist, einen Heizkreislauf 20, an den eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1, eine Hochtemperaturquelle 21 in Form eines Brenners mit einem angeschlossenen Wärmeübertrager, eine Niedertemperaturquelle 22 und eine Heizeinrichtung 23 mit einem

Abgaswärmeübertrager 23.1 und einer Heizung 23.2 angeschlossen sind. In den Heizkreislauf 20 sind ein Heizkreisverteiler 24 und Heizkreislaufventile 25 in einer Bypassschaltung angeordnet. Damit können drei verschiedene Betriebsphasen eingestellt werden, welche nachfolgend beschrieben werden.

5

Als Brenner können beliebige konventionelle Brenner, beispielsweise mit Gas, Öl oder anderen Brennstoffen, eingesetzt werden. Als Niedertemperaturquelle sind insbesondere Außenluftwärmetauscher, Erdkollektoren oder Grundwasser geeignet. Durch die Bypassschaltung ist ein bivalenter Betrieb von Brenner und Wärmepumpe möglich (Phase 3 - Bypass).

10

Durch die gezeigte Systemeinbindung ist es möglich, die Wärmepumpe mit einem öl- oder gasbetriebenen Brenner in einer Weise zu kombinieren, dass sowohl die Brennwertnutzung durch Kondensation der Abgase als auch die Nutzung der Wärmepumpe kombiniert werden können. Hierzu sind zwei getrennte Wärmeüberträger für die Wärmeauskopplung aus der Brennkammer und die Kondensation der Abgase vorgesehen. Auf den Abgaswärmeüberträger 23.1 kann auch verzichtet werden, wenn eine Nutzung der Wärmeenergie der Abgase entbehrlich ist.

15

20

In Figur 2b ist der Heizkreisverteiler 24 und dessen Verschaltungsmöglichkeiten nochmals in größerem Detail dargestellt. Schematisch ist die Anordnung der verschiedenen Elemente – Hochtemperaturquelle 21, Niedertemperaturquelle 22, Heizeinrichtung 23, Adsorber-Desorber-Einheit 2 und Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 – dargestellt und deren Verschaltung im Heizkreislauf 20 mittels des Heizkreisverteilers 24. Der Heizkreisverteiler 24 umfasst drei Heizkreislaufventile 25, die insbesondere als Motor-3-Wege-Ventile ausgebildet sind.

25

Der gezeigte Verteiler 24 ist derart ausgebildet, dass folgende Verschaltungsmöglichkeiten (Phasen) eingestellt werden können:

30

Phase 1 – Desorption: Die Hochtemperaturquelle 21 ist mittels eines Strömungskreislaufes von einem Wärmeträger mit der Adsorber-Desorber-Einheit 2 verbunden; die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 ist mittels eines Strömungskreislaufes von einem Wärmeüberträger mit der Heizeinrichtung 23 verbunden; die Niedertemperaturquelle 22 ist gegenüber dem restlichen Heizkreislauf abgesperrt.

Phase 2 – Adsorption: Die Hochtemperaturquelle 21 ist gegenüber dem restlichen Heizkreislauf abgesperrt; die Heizeinrichtung 23 ist mittels eines Strömungskreislaufes von einem Wärmeträger mit der Adsorber-Desorber-Einheit 2 verbunden; die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 ist mittels eines Strömungskreislaufes von einem Wärmeträger mit der Niedertemperaturquelle 22 verbunden.

Phase 3 – Bypass: Die Niedertemperaturquelle 22, die Adsorber-Desorber-Einheit 2 und die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 sind gegenüber dem restlichen Heizkreislauf abgesperrt; die Hochtemperaturquelle 21 ist mit einem Strömungskreislauf von einem Wärmeträger mit der Heizeinrichtung 23 verbunden.

Die Schaltstellungen der einzelnen Heizkreislaufventile 25 für die Phasen 1 und 2 sind aneinandergeschaltet. Anstelle der in Figur 2b dargestellten getrennten Ventile ist es auch möglich, im Heizkreisverteiler einen Ventilblock vorzusehen.

Die Zyklendauer (Phasendauer) der Sorptionswärmepumpe wird an die Wärmeabgabe der Heizeinrichtung angepasst. Die Phasen 1 und 2 (Desorption und Adsorption) werden alternierend jeweils so lange durchgeführt, bis die Vorlauftemperatur den aus der Heizkurve bestimmten Sollwert des Heiznetzes unterschreitet. Dadurch kann trotz diskontinuierlichen Betriebes der Wärmepumpe

eine gleichmäßige Wärmeabgabe geleistet werden. Die Phase 3 (Bypass) wird eingestellt, wenn aufgrund der Betriebsbedingungen das Wärmeverhältnis der Wärmepumpe den Wert Eins erreicht. In diesem Fall wird die Hochtemperaturquelle 21, beispielsweise ein Brenner, direkt an das Heiznetz, das heißt die Heizeinrichtung 23 gekoppelt.

Die Wärmeströme in den einzelnen Phasen 1 bis 3 sind noch einmal in der Figur 5 dargestellt. Figur 5a zeigt die Phase 1 (Desorptionsphase). Von der Hochtemperaturquelle 21 fließt ein Wärmestrom in die Adsorber-Desorber-Einheit 2 der Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1. Hier wird durch Erwärmung des Sorptionsmaterials das Adsorbat gelöst und strömt dampfförmig zur Kondensator-Verdampfer-Einheit 6, wo es kondensiert wird. Die Kondensationswärme wird von der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 in einem Wärmestrom zur Heizeinrichtung 23 geleitet. Die Niedertemperaturquelle 22 ist gegenüber dem Heizkreislauf isoliert.

In Figur 5b sind die Wärmeströme in der Phase 2 (Desorptionsphase) dargestellt. Die Hochtemperaturquelle 21 ist gegenüber dem restlichen System, das heißt dem Heizkreislauf isoliert. Die Niedertemperaturquelle 22 ist mittels des Heizkreisverteilers 24 derart an die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 der Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 angeschlossen, dass ein Wärmestrom von der Niedertemperaturquelle 22 zur Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 fließt. Der flüssige Arbeitsstoff wird in der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 verdampft und strömt dampfförmig zur Adsorber-Desorber-Einheit 2, wo es sich am Sorptionsmaterial anlagert. Die Wärme der in Phase 1 aufgeheizten Adsorber-Desorber-Einheit 2 wird in einem Wärmestrom zur Heizeinrichtung 23 befördert. Somit können Wärmeverhältnisse von über 100 Prozent erreicht werden, das heißt idealerweise werden 100 Prozent der Heizenergie der Hochtemperaturquelle 21 in Phase 1 auf die Heizeinrichtung 23 übertragen und weitere 80 Prozent in Phase 2 durch den Wärmestrom aus der Niedertemperaturquelle 22 und die Adsorption in der Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1.

In Figur 5c ist die Phase 3 (Bypassphase) dargestellt. Wie man sieht, ist mittels des Heizkreisverteilers 24 die Hochtemperaturquelle 21 direkt mit der Heizeinrichtung 23 verschaltet, so dass der Wärmestrom von der Hochtemperaturquelle 21 unmittelbar zur Heizeinrichtung 23 fließt. Die Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1, das heißt Adsorber-Desorber-Einheit 2 und Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 sowie die Niedertemperaturquelle 22 sind vom restlichen System isoliert.

In Figur 3 ist eine erste vorzugsweise Ausführung der erfindungsgemäßen Feststoff-Sorptionswärmepumpe dargestellt. Figur 3a zeigt eine Adsorber-Desorber-Einheit mit einem Aufnahmekörper 9 in einer Lamellenform. Man kann die Adsorber-Desorber-Einheit auch als Lamellen-Adsorber bezeichnen. In Figur 3a ist eine Seitenansicht des Lamellen-Adsorbers dargestellt und in Figur 3b eine Aufsicht auf ein einzelnes Lamellenblatt. Beispielsweise kann ein handelsüblicher Lamellenwärmetauscher verwendet werden, der, wie in den Figuren 5a und 5b dargestellt ist, entsprechend angepasst wird.

Zwischen die Lamellen des Aufnahmekörpers 9 ist das Feststoff-Sorptionsmaterial 4 eingebracht, derart, dass ein möglichst guter Wärmeübergang vom Wärmetauscher über die Lamellen auf das Feststoff-Sorptionsmaterial 4 stattfindet. Der Wärmetauscher umfasst horizontale Rohrabschnitte, welche über Umlenkungen 13 miteinander verbunden sind, so dass der im Wärmetauscher geführte Wärmeträger von einem horizontalen Abschnitt über eine Umlenkung 13 in den nächsten, beispielsweise darunterliegenden, horizontalen Abschnitt geführt wird. Die Umlenkungen 13 ragen seitlich aus dem Aufnahmekörper 9 heraus.

Die Lamellen des Aufnahmekörpers 9 sind senkrecht ausgerichtet, um eine leichte Entlüftung der dadurch meist waagerecht angeordneten Rohrschleifen zu ermöglichen. Die einzelnen Lamellen umfassen Öffnungen für den Dampftransport, die nicht mit Rohren ausgefüllt sind. In die Öffnungen können perforierte Rohre, Bleche oder Drahtnetze eingebracht werden, um Dampfkanäle auszubilden. In Figur 3b ist ein einzelnes Lamellenblatt 17 mit darin eingebrachten

Wärmeträgerrohren 18 und Dampfkanälen 19 dargestellt. Das Wärmeträgerrohr 18 ist beispielsweise der genannte horizontale Rohrabschnitt des Wärmetauschers 3, und kann beispielsweise mit Wasser als Wärmeträger durchströmt werden.

5

Der Aufnahmekörper 9 wird mit dem Sorptionsmaterial befüllt. Um zu verhindern, dass das Material herausrieselt, kann ein Drahtnetz oder ein perforiertes Blech umspannt werden. Alternativ oder zusätzlich können die Lamellen, die beispielsweise aus Kupfer- oder Aluminiumblech hergestellt sind, mit dem Sorptionsmaterial beschichtet werden.

10

Die in der Figur 3b gezeigten Dampfkanäle 19, welche durch die nicht mit Rohren ausgefüllten Öffnungen in den einzelnen Lamellen ausgebildet sind, arbeiten als Verteiler (Adsorption) beziehungsweise als Sammler (Desorption) des Dampfes. In der Adsorptionsphase strömt der Dampf von außen waagerecht in die Dampfkanäle 19 hinein und verteilt sich ausgehend von den Dampfkanälen 19 im Sorptionsmaterial 4, welches als Schüttung zwischen den Lamellen eingebracht ist. Dabei ist der Strömungswiderstand des Dampfes in den Dampfkanälen 19 im Vergleich zu dem Strömungswiderstand der Dampfströmung durch die Schüttung äußerst gering. Um den Gesamtströmungswiderstand gering zu halten, ist es daher vorteilhaft, den maximalen Dampfweg durch die Schüttung auf maximal 20 Millimeter zu begrenzen. Dies kann durch eine vorgegebene Verteilung der Bohrungen in den Lamellen erreicht werden.

15

20

25

30

Der maximale Dampfweg durch die Schüttung ergibt sich durch die Strecke, welche der Dampf ausgehend von einer Bohrung in einer Lamelle beziehungsweise von einem Dampfkanal 19 radial nach außen zurücklegt. Um diese Strecke auf ca. 20 Millimeter zu begrenzen, beträgt gemäß einer vorteilhaften Ausführung der Abstand zwischen einem Dampfkanal 19 und den benachbarten Rohren 25 Millimeter oder weniger. Vorteilhaft werden handelsübliche Lamellen in einer solchen Weise verschaltet, dass nur jede zweite Lochreihe mit einem Rohr ausgefüllt ist und die freien Lochreihen mit einem

eingefügten zylindrischen Drahtnetz (alternativ auch mit perforierten Rohren oder Blechen) versehen sind, um die Dampfkanäle 19 auszubilden. Das eingefügte zylindrische Drahtnetz besteht vorteilhaft aus demselben Material wie die Lamelle, um Kontaktkorrosion zu vermeiden. Durch das eingefügte zylindrische Drahtnetz werden die Dampfkanäle 19 frei von der Schüttung des Sorptionsmaterial 4 gehalten, um so den Strömungswiderstand des Dampfes in den Dampfkanälen 19 gering zu halten.

In der Desorptionsphase sammeln die entsprechend ausgestalteten Dampfkanäle 19 das aus dem Sorptionsmaterial gelöste Adsorptiv, welches wiederum maximale die Strecke, welche einem Radius des Einzugsbereichs um einen einzelnen Dampfkanal entspricht, durch die Schüttung zurücklegt.

In Figur 3c ist die vollständige Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 mit einem Aufnahmekörper 9 gemäß der Figuren 3a und 3b dargestellt. Wie man sieht, umfasst auch die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 einen entsprechend ausgebildeten Aufnahmekörper 10. Man könnte die Kondensator-Verdampfer-Einheit auch als Lamellenverdampfer/-kondensator bezeichnen.

Die Adsorber-Desorber-Einheit 2 und die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 sind in einem gemeinsamen Gehäuse 5 angeordnet und durch einen Keramikschwamm 8 voneinander getrennt. Das gemeinsame Gehäuse 5 besteht aus einem dünnen Blech, welches beide Elemente umhüllt. Die mechanische Stabilität des Bleches wird durch die Unterstützung der Ränder des Wärmetauschers 3 im Bereich der Rohrumlenkungen 13 gesichert.

Der Abstand zwischen Adsorber-Desorber-Einheit und Kondensator-Verdampfer-Einheit wird durch den Keramikschwamm 8 hergestellt, welcher eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweist, jedoch eine ausreichende Dampfdurchlässigkeit und Stabilität. Der Dampftransport, das heißt die Strömung des Adsorptivs, zwischen Adsorber-Desorber-Einheit 2 und Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 verläuft im

Bereich der Rohrumlenkungen 13 der Lamellenwärmeüberträger. Die Blechverkleidung ist vakuumdicht gegenüber der Umgebung ausgeführt.

5 Durch die in Figur 3 gezeigte Ausführung ist es möglich, die gesamte Feststoff-Sorptionswärmepumpe mit einer geringen Wärmekapazität auszuführen, aufgrund des einfachen Aufbaues mit wenigen Rohrleitungen und geringer Wandstärke, und dadurch ein besonders hohes Wärmeverhältnis zu erreichen.

10 Figur 4 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Feststoff-Sorptionswärmepumpe mit einem Aufnahmekörper. Der in den Figuren 4a und Figur 4b dargestellte Aufnahmekörper 9 der Adsorber-Desorber-Einheit 2 ist als Metallschwamm ausgebildet. Der Metallschwamm dient der Wärmeübertragung zwischen dem in dem Wärmetauscher 3 geführten Wärmeträger und dem Sorptionsmaterial. Der Metallschwamm ist offenporig ausgeführt und mit
15 Sorptionsmaterial befüllt oder beschichtet. Der Metallschwamm kann mit einem Drahtnetz oder einem perforierten Blech umspannt werden, um zu verhindern, dass das Sorptionsmaterial herausrieselt.

20 Die Rohrleitungen des Wärmetauschers 3 sind in den Metallschwamm eingebracht. Die Verbindung zwischen dem Metallschwamm und der Rohrleitung ist gut wärmeleitend, dies kann insbesondere durch Eingießen oder Einlöten des Rohres erreicht werden.

25 Wie in Figur 4b dargestellt ist, können in den Metallschwamm zusätzliche Dampfkanäle 19 eingestanzte werden.

30 Der Wärmetauscher 3 kann wiederum aus horizontalen Rohrabschnitten 12 aufgebaut sein, die durch Umlenkungen 13 miteinander verbunden sind. Wie in der Draufsicht in Figur 4b dargestellt ist, ist in diesem Ausführungsbeispiel ein Wärmetauscher, umfassend drei vertikal nebeneinander angeordnete Rohrschleifen, in den Metallschwamm eingebracht. Der Metallschwamm kann dabei vorzugsweise aus drei quaderförmigen Abschnitten hergestellt sein, mit

jeweils einem eingebrachten Rohrabschnitt, die bündig zueinander in dem gemeinsamen Gehäuse 5 angeordnet sind. Dadurch ist es besonders leicht möglich, die Dampfkanäle 19 in den Aufnahmekörper 9, das heißt den Metallschwamm, einzubringen. Selbstverständlich ist es auch möglich, den Metallschwamm derart zu segmentieren, dass die Rohre des Wärmetauschers 3 zwischen zwei benachbarte Segmente eingelegt werden können.

Die Dampfkanäle können mit perforierten Rohren, Blechen oder Drahtnetzen versehen werden, um ein Herausrieseln des Feststoff-Sorptionsmaterialies 4 zu verhindern.

In Figur 4c ist eine komplette Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 mit einer Adsorber-Desorber-Einheit 2, umfassend einen Aufnahmekörper 9, der als Metallschwamm ausgebildet ist, und einer Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 mit einem Aufnahmekörper 10, der ebenfalls entsprechend als Metallschwamm ausgeführt ist, in einem gemeinsamen Gehäuse 5 dargestellt. Die beiden Einheiten 2, 6 sind übereinander benachbart angeordnet und ausschließlich durch einen Keramikschwamm 8 voneinander getrennt. Das gemeinsame Gehäuse 5 besteht aus einem dünnen Blech, vorzugsweise mit einer Wandstärke von 0,1 bis 0,5 mm, das auf die Ränder der Aufnahmekörper 9 und 10 und den zwischengeschalteten Keramikschwamm 8 aufgelegt ist. Die mechanische Stabilität des Bleches wird dabei durch das Auflegen auf die Metallschwämme beziehungsweise den Keramikschwamm hergestellt, so dass das Blech selber statisch instabil ausgeführt sein kann. Dadurch sind besonders geringe Wandstärken möglich, welche wiederum zu einer besonders geringen Wärmekapazität der gesamten Feststoff-Sorptionswärmepumpe führen.

Der Dampftransport zwischen der Adsorber-Desorber-Einheit 2 und der Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 verläuft durch den Keramikschwamm und in den Dampfkanälen 19, welche in die Adsorber-Desorber-Einheit 2 eingebracht sind.

Wie dargestellt, ist die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 unterhalb der Adsorber-Desorber-Einheit 2 ausgeführt und weist mindestens eine Höhe auf, die so groß ist, wie der maximale Füllstand mit anfallendem Kondensat.

5 In Figur 6 ist eine vorzugsweise Ausführung des gemeinsamen Gehäuses 5 dargestellt. In den Innenraum wird die Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 geschaltet, die in dieser Ansicht selber nicht dargestellt ist. Das Gehäuse 5 ist zweischalig ausgeführt, umfassend eine innere Schale, die vorzugsweise aus einem dünnen Metallblech hergestellt ist, und eine äußere Schale, die
10 vorzugsweise ebenfalls aus einem dünnen Metallblech hergestellt ist.

In den Zwischenraum zwischen die beiden Schalen, das heißt zwischen die innere Blechverkleidung 26 und die äußere Blechverkleidung 27, ist vorzugsweise eine Granulatschüttung 14 eingebracht, welche eine derartige mechanische Stabilität
15 aufweist, dass sie Druckkräfte zwischen den beiden Blechverkleidungen 26, 27 überträgt. Dadurch ist es möglich, diese anfallenden Kräfte nach innen auf beispielsweise in den vorherigen Figuren dargestellten Aufnahmekörper beziehungsweise Wärmetauscherrohre zu übertragen. Somit können auch die Blechverkleidungen 26 und 27 in besonders geringer Wandstärke ausgeführt
20 werden, um die Kapazität der Feststoff-Sorptionswärmepumpe gering zu halten.

An das dargestellte Gehäuse ist ein Evakuierungsstutzen 28 angeschlossen, der vorzugsweise zweigeteilt durch Ineinanderschalten eines inneren Rohres in ein äußeres Rohr ausgeführt ist. Selbstverständlich ist es auch möglich, getrennte
25 Stutzen anzuordnen. Mittels des Evakuierungsstutzens 28 kann sowohl der Innenraum der Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 wie auch der Zwischenraum zwischen den beiden Schalen des Gehäuses 5 evakuiert werden. Die Evakuierung des Innenraumes der Feststoff-Sorptionswärmepumpe 1 dient dabei der Einstellung eines vorgegebenen Druckes entsprechend der Erfordernisse des
30 verwendeten Arbeitspaares. Die Evakuierung des Zwischenraumes im Gehäuse 5 dient der optimalen Wärmedämmung.

Seitlich im Gehäuse 5 sind die Rohrdurchführungen 29 für die Wärmetauscher der Adsorber-Desorber-Einheit und der Kondensator-Verdampfer-Einheit dargestellt.

Als Dämmmaterial, das zwischen die beiden Schalen des Gehäuses 5 eingebracht wird, kann beispielsweise Silikagel, Perlit oder Schaumglasperlen verwendet werden.

In der Figur 7 ist eine zweite Ausführung der vorliegenden Erfindung gezeigt. Bei dieser Ausführung sind die Adsorber-Desorber-Einheit 2 und die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6 in getrennten Gehäusen 5.1 und 5.2 angeordnet. Die Innenräume beider Gehäuse 5.1 und 5.2 sind beispielsweise wie dargestellt, durch Rohrleitungen miteinander verbunden. Wie man sieht, ist jedes der Gehäuse 5.1 und 5.2 als dünne Blechummantelung ausgeführt, welche auf die Aufnahmekörper 9 beziehungsweise 10 aufgelegt ist, mit Ausnahme der Bereiche, in welchen die Umlenkungen 13 vorgesehen sind, auf welche die Blechummantelungen dort aufgelegt sind. Selbstverständlich ist es möglich, die beiden Baueinheiten, das heißt die Adsorber-Desorber-Einheit 2 und die Kondensator-Verdampfer-Einheit 6, beliebig getrennt voneinander anzuordnen, sofern durch geeignete Verbindungsleitungen die Dampfströmung zwischen den beiden Baueinheiten sichergestellt wird.

Die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungen der Erfindung weisen verschiedene Vorteile auf. So kann ein besonders einfacher, kompakter Aufbau erreicht werden. Durch die Verwendung einer Blechverkleidung als Vakuumbehälter kann eine besonders geringe spezifische Wärmekapazität erreicht werden und damit ein hohes Wärmeverhältnis auch ohne innere Wärmerückgewinnung. Der Einsatz einer vakuumsuperisolierten Wärmedämmung in einem doppelwandigen Behälter ist möglich. Zugleich ist eine leichte Anpassung des diskontinuierlichen Wärmepumpenbetriebs an den Heizbedarf durch eine variable Zyklendauer möglich. Dadurch werden externe Pufferspeicher, wie sie in herkömmlichen thermisch angetriebenen Wärmepumpen häufig eingesetzt werden, vermieden.

Bezugszeichenliste

	1	Feststoff-Sorptionspumpe
	2	Adsorber-Desorber-Einheit
	3	Wärmetauscher
5	4	Feststoff-Sorptionsmaterial
	5	Gehäuse
	6	Kondensator-Verdampfer-Einheit
	7	adsorptivdurchlässiges Element
	8	Keramikschwamm
10	9	Aufnahmekörper
	10	Aufnahmekörper
	11	Kondensations-Verdampfungs-Rohr
	12	Rohrabschnitt
	13	Umlenkung
15	14	Granulatschüttung
	15	Dampfraum
	16	Kondensatraum
	17	Lamellenblatt
	18	Wärmeträgerrohr
20	19	Dampfkanal
	20	Heizkreislauf
	21	Hochtemperaturquelle
	22	Niedertemperaturquelle
	23	Heizeinrichtung
25	23.1	Abgaswärmeüberträger
	23.2	Heizung
	24	Heizkreisverteiler
	25	Heizkreislaufventil
	26	innere Blechverkleidung
30	27	äußere Blechverkleidung
	28	Evakuierungsstutzen
	29	Rohrdurchführung

Patentansprüche

1. Feststoff-Sorptionswärmepumpe (1), umfassend:
 - 1.1 eine Adsorber-Desorber-Einheit (2), mit einem Wärmetauscher (3) und
5 einem Feststoff-Sorptionsmaterial (4);
 - 1.2 die Adsorber-Desorber-Einheit (2) ist in einem gemeinsamen, zur
Umgebung abgedichteten Gehäuse (5) zusammen mit einer Kondensator-
Verdampfer-Einheit (6) angeordnet, wobei die Adsorber-Desorber-Einheit
10 (2) und die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) durch ein
adsorptivdurchlässiges Element (7) voneinander getrennt sind;
gekennzeichnet durch die folgenden Merkmale:
 - 1.3 die Adsorber-Desorber-Einheit (2) umfaßt einen wärmeleitenden
Aufnahmekörper (9), der in wärmeleitender Verbindung mit dem
Wärmetauscher (3) angeordnet ist;
 - 15 1.4 der Aufnahmekörper (9) nimmt das Sorptionsmaterial (4) auf;
 - 1.5 der Aufnahmekörper (9) verleiht der Adsorber-Desorber-Einheit (2) ihre
Stabilität;
 - 1.6 der Innenraum des gemeinsamen Gehäuses (5) ist mit einem Unterdruck
beaufschlagt und das gemeinsame Gehäuse (5) ist als dünnwandige
20 Blechummantelung ausgeführt, die derart auf den Aufnahmekörper (9)
aufgelegt ist, dass die durch den Unterdruck erzeugten Kollabierungskräfte
auf den Aufnahmekörper (9) und/oder den Wärmetauscher (3) und die
Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) abgeleitet werden.
- 25 2. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) im
gemeinsamen Gehäuse (5) unterhalb der Adsorber-Desorber-Einheit (2)
angeordnet ist.
- 30 3. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass das adsorptivdurchlässige Element (7) als
ein dampfdurchlässiger Schwamm, insbesondere Keramik-Schwamm (8),

ausgebildet ist, der einen vorgegebenen Abstand zwischen der Adsorber-Desorber-Einheit (2) und der Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) herstellt.

4. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6)
einen gleichartigen Aufnahmekörper (10) wie die Adsorber-Desorber-Einheit (2) umfasst, der derart aufgebaut ist, dass er von einem Wärmeträger durchströmte Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) zum Abführen von Kondensationswärme und Zuführen von Verdampfungswärme aufnimmt und die strukturelle Stabilität der Kondensator-Verdampfer-Einheit herstellt.
5. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass der Aufnahmekörper (9, 10) als Lamellenkonstruktion oder Metallschwamm ausgeführt ist.
6. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das gemeinsame Gehäuse (5) derart auf die Aufnahmekörper (9, 10) und insbesondere auf Abschnitte des Wärmetauschers (3) und der Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) aufgelegt ist, dass die durch den Unterdruck erzeugten Kollabierungskräfte auf die Aufnahmekörper (9, 10) und/oder den Wärmetauscher (3) und die Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) abgeleitet werden.
7. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (3) und die Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) jeweils in Form von einer oder mehreren Rohrschleifen ausgebildet sind, wobei jede Rohrschleife eine Vielzahl von horizontal angeordneten Rohrabschnitten (12) umfasst, die an ihren horizontalen Enden durch Umlenkungen (13) wärmeträgerführend miteinander verbunden sind.

8. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß der Ansprüche 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechummantelung von außen auf die Umlenkungen (13) aufgelegt ist.
- 5 9. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (9) und/oder der Wärmetauscher der Adsorber-Desorber-Einheit (2) mit dem Feststoff-Sorptionsmaterial (4) beschichtet ist/sind.
- 10 10. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das gemeinsame Gehäuse (5) als zweischaliges Gehäuse ausgebildet ist, dessen Zwischenraum zwischen den Schalen mit einem druckkräfteübertragenden, wärmedämmenden Material, insbesondere einer Granulatschüttung (14) aufgefüllt ist, und dass
15 der Zwischenraum zwischen den Schalen evakuiert ist.
11. Feststoff-Sorptionswärmepumpe (1), umfassend:
- 11.1 eine Adsorber-Desorber-Einheit (2), mit einem Wärmetauscher (3) und einem Feststoff-Sorptionsmaterial (4);
- 20 11.2 eine Kondensator-Verdampfer-Einheit (6); wobei
- 11.3 die Adsorber-Desorber-Einheit (2) einen wärmeleitenden Aufnahmekörper (9) umfasst, der in wärmeleitender Verbindung mit dem Wärmetauscher (3) angeordnet ist;
- 11.4 der Aufnahmekörper (9) nimmt das Sorptionsmaterial (4) auf;
- 25 11.5 der Aufnahmekörper (9) verleiht der Adsorber-Desorber-Einheit (2) ihre Stabilität;
- 11.6 die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) umfasst einen wärmeleitenden Aufnahmekörper (10), der derart aufgebaut ist, dass er von einem Wärmeträger durchströmte Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) zum
30 Abführen von Kondensationswärme und Zuführen von Verdampfungswärme aufnimmt und der Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) ihre Stabilität verleiht;

- 11.7 die Adsorber-Desorber-Einheit (2) ist in einem ersten, zur Umgebung abgedichteten Gehäuse (5.1) und die Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) in einem zweiten, zur Umgebung abgedichteten Gehäuse (5.2) angeordnet, wobei die Innenräume der Gehäuse (5.1, 5.2) mit einem Unterdruck beaufschlagt sind und mittels mindestens einer dampfleitenden Verbindung miteinander verbunden sind;
- 11.8 die Gehäuse (5.1, 5.2) sind als dünnwandige Blechummantelungen ausgeführt, die derart auf die Aufnahmekörper (9, 10) aufgelegt sind, dass die durch den Unterdruck erzeugten Kollabierungskräfte auf die Aufnahmekörper (9, 10) und/oder den Wärmetauscher (3) und die Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) abgeleitet werden.
12. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmekörper (9, 10) als Lamellenkonstruktion oder Metallschwamm ausgeführt sind.
13. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (3) und die Kondensations-Verdampfungs-Rohre (11) jeweils in Form von einer oder mehreren Rohrschleifen ausgebildet sind, wobei jede Rohrschleife eine Vielzahl von horizontal angeordneten Rohrabschnitten (12) umfasst, die an ihren horizontalen Enden durch Umlenkungen (13) Wärmeträger führend miteinander verbunden sind.
14. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß der Ansprüche 12 und 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Blechummantelungen von außen auf die Umlenkungen (13) aufgelegt sind.
15. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Tragkörper (9) und/oder der Wärmetauscher der Adsorber-Desorber-Einheit (2) mit dem Feststoff-Sorptionsmaterial (4) beschichtet ist/sind.

16. Feststoff-Sorptionswärmepumpe gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuse (5.1, 5.2) als zweischalige Gehäuse ausgebildet sind, deren Zwischenräume zwischen den Schalen mit einem druckkräfteübertragenden, wärmedämmenden Material, insbesondere einer Granulatschüttung (14) aufgefüllt sind, und dass die Zwischenräume zwischen den Schalen evakuiert sind.

17. Heizungssystem, umfassend:

17.1 einen Heizkreislauf (20), der von einem Wärmeträger durchströmt wird;

17.2 eine Hochtemperaturquelle (21), die an den Heizkreislauf (20) angeschlossen ist, zum Zuführen von Wärme in den Wärmeträger auf einem vorgegebenen ersten Temperaturniveau;

17.3 eine Niedertemperaturquelle (22), die an den Heizkreislauf (20) angeschlossen ist, zum Zuführen von Wärme in den Wärmeträger auf einem vorgegebenen zweiten Temperaturniveau, das unterhalb des ersten Temperaturniveaus liegt;

17.4 eine Heizeinrichtung (23), die an den Heizkreislauf (20) angeschlossen ist, zum Abführen von Wärme aus dem Wärmeträger auf einem vorgegebenen dritten Temperaturniveau, das zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturniveau liegt;

17.5 eine Feststoff-Sorptionswärmepumpe (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 16, die an den Heizkreislauf (20) angeschlossen ist;

17.6 einen Heizkreisverteiler (24) und/oder Heizkreislaufventile (25), der/die an den Heizkreislauf (20) angeschlossen ist/sind, zum selektiven Einstellen der Strömung des Wärmeträgers durch den Heizkreislauf (20).

18. Heizungssystem gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Heizkreisverteiler (24) und/oder die Heizkreislaufventile (25) einstellbar für drei Schaltphasen ist/sind:

18.1 eine erste Schaltphase – Desorptionsphase –, in der ein erster Strömungskreislauf des Wärmeträgers zwischen der Hochtemperaturquelle (21) und der Adsorber-Desorber-Einheit (2) hergestellt ist und ein zweiter

Strömungskreislauf des Wärmeträgers zwischen der Kondensator-Verdampfer-Einheit (6) und der Heizeinrichtung (23);

- 5 18.2 eine zweite Schaltphase – Adsorptionsphase -, in der ein erster Strömungskreislauf des Wärmeträgers zwischen der Heizeinrichtung (23) und der Adsorber-Desorber-Einheit (2) eingestellt ist und ein zweiter Strömungskreislauf des Wärmeträgers zwischen der Niedertemperaturquelle (22) und der Kondensator-Verdampfer-Einheit (6);
- 10 18.3 eine dritte Schaltphase – Bypassphase -, in der ein Strömungskreislauf des Wärmeträgers zwischen der Hochtemperaturquelle (21) und der Heizeinrichtung (23) eingestellt ist.

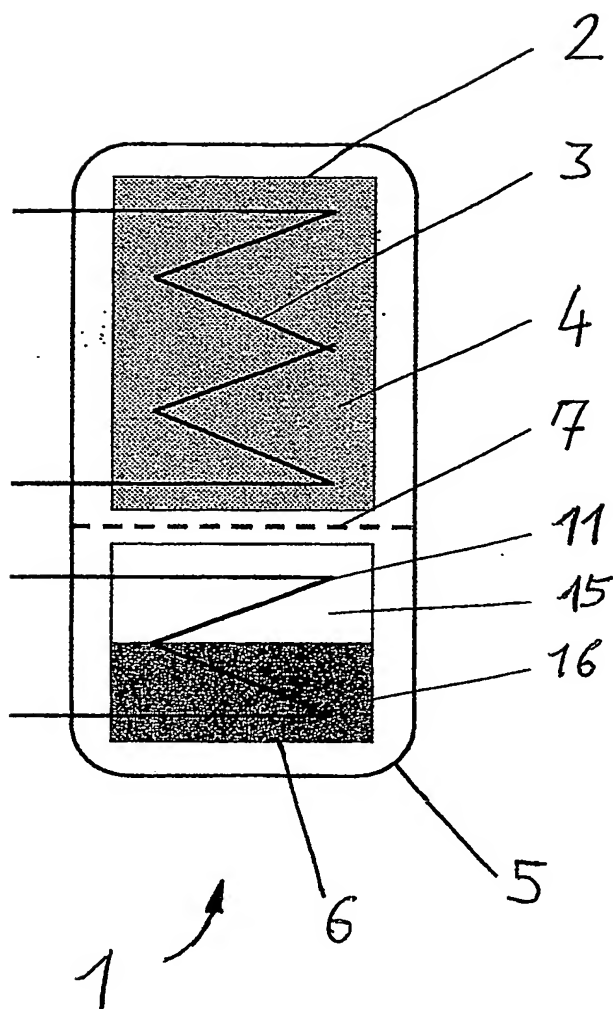


Fig. 1

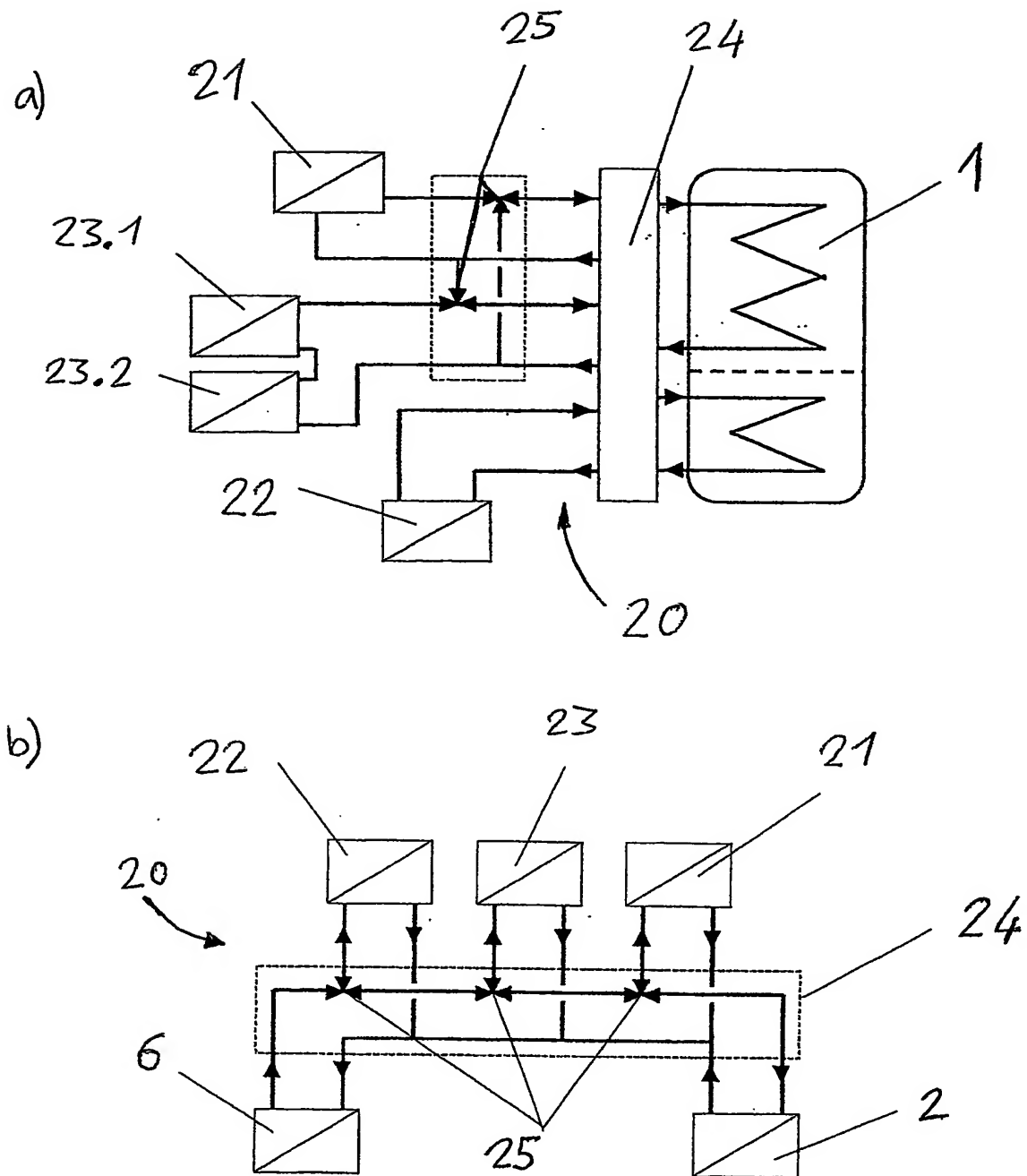


Fig. 2

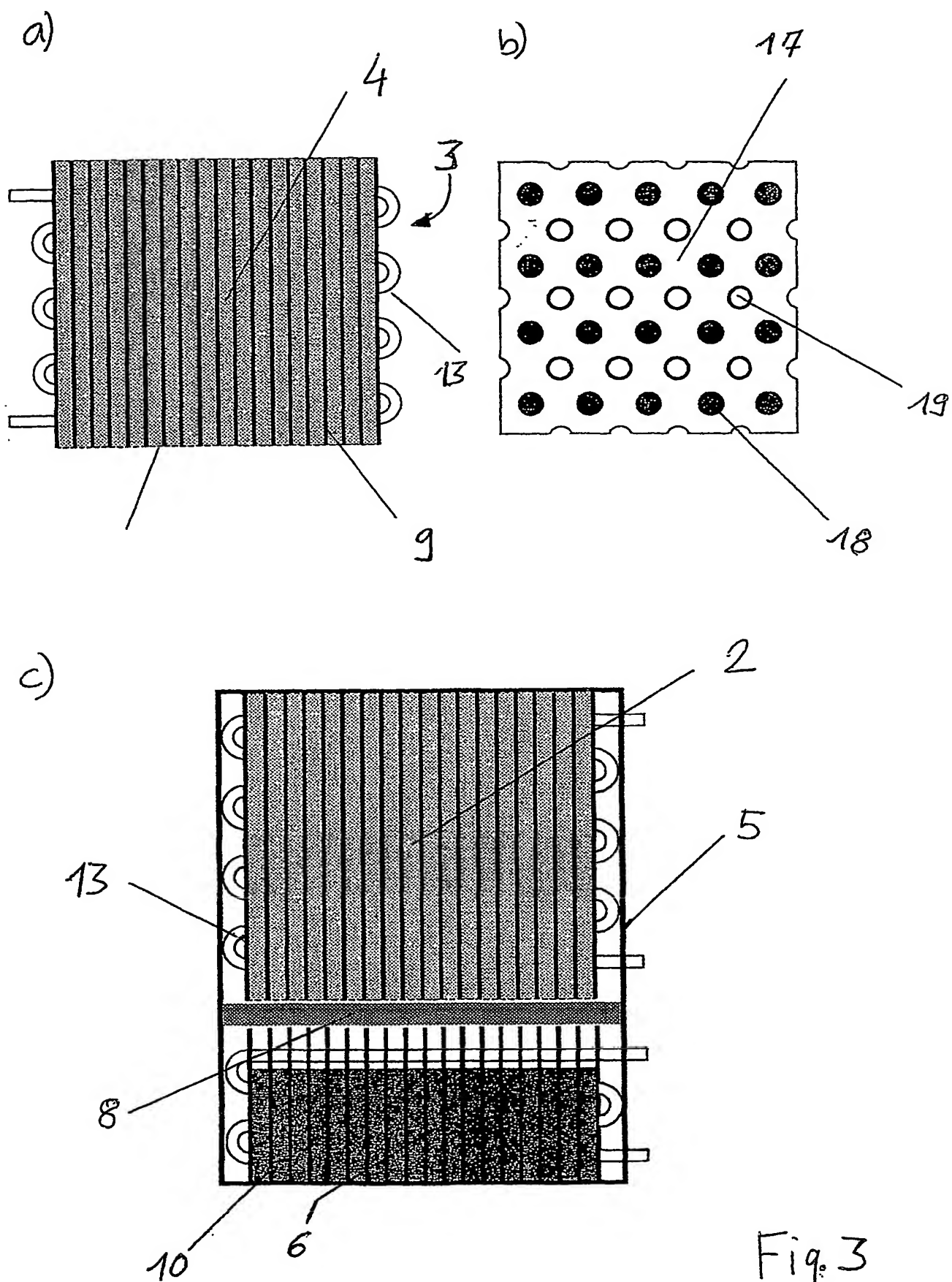


Fig. 3

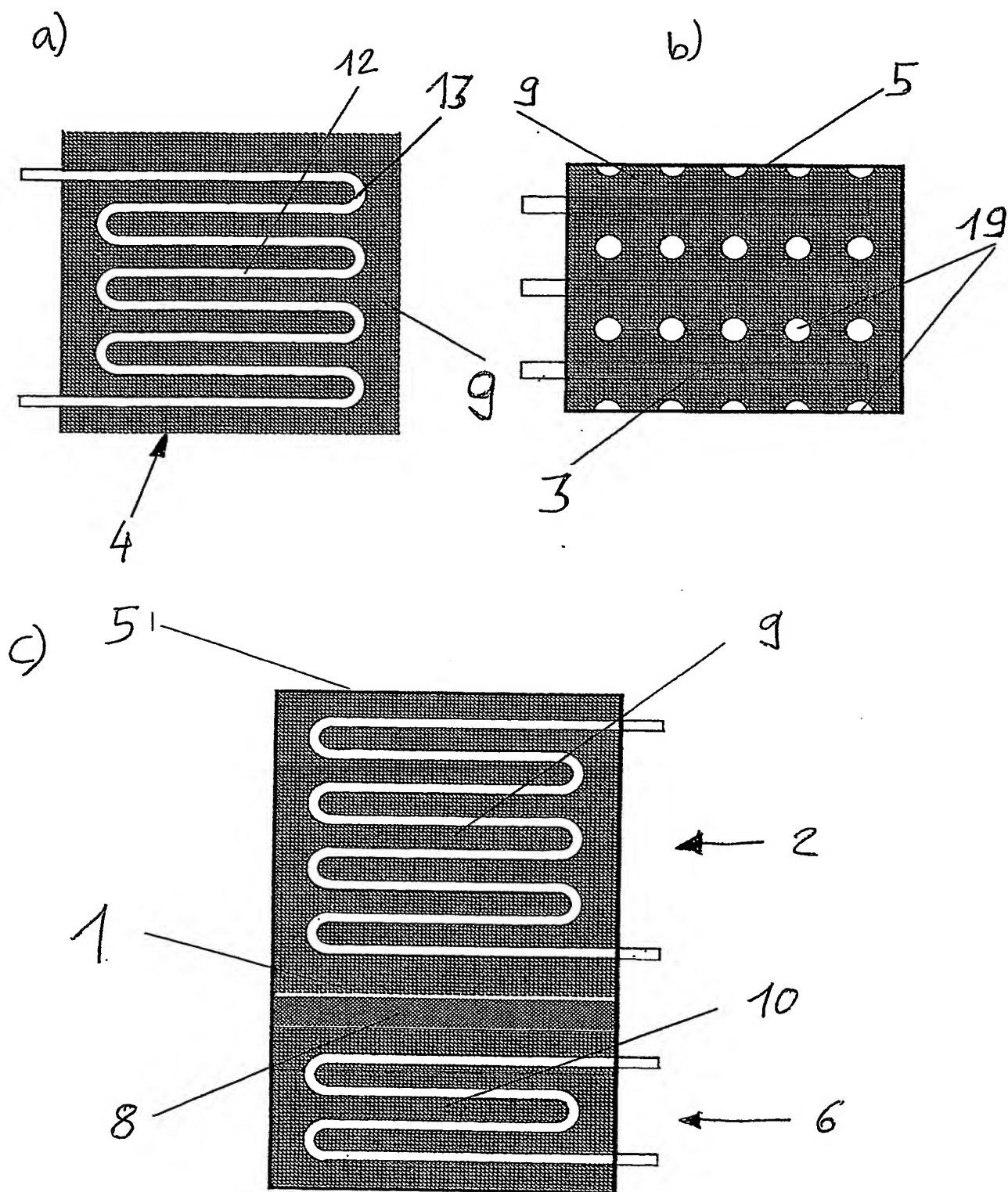


Fig. 4

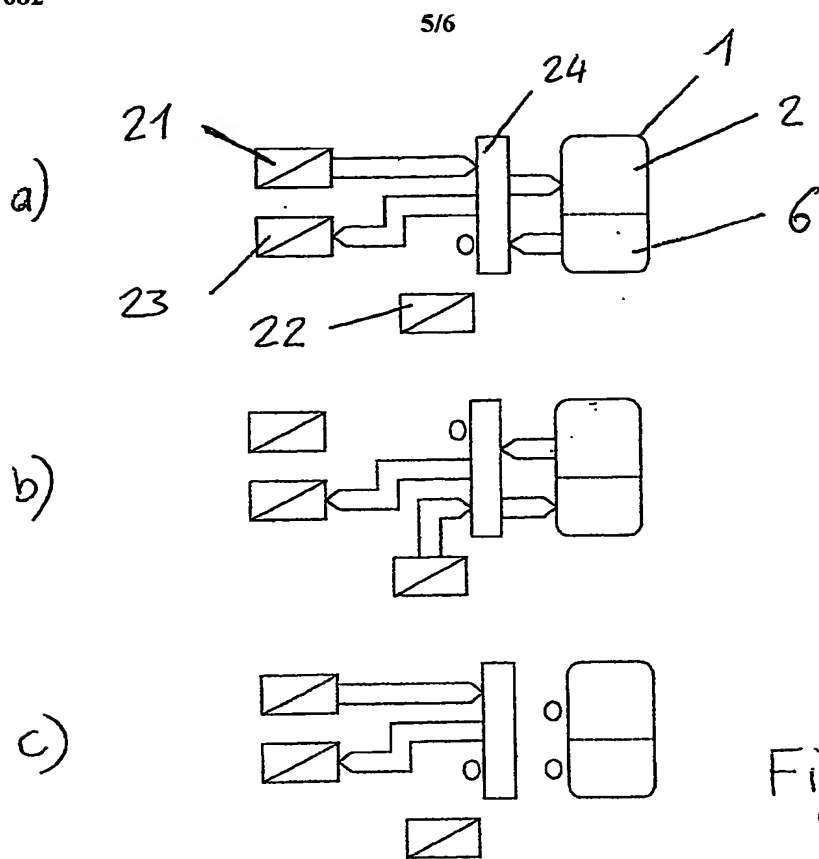


Fig. 5

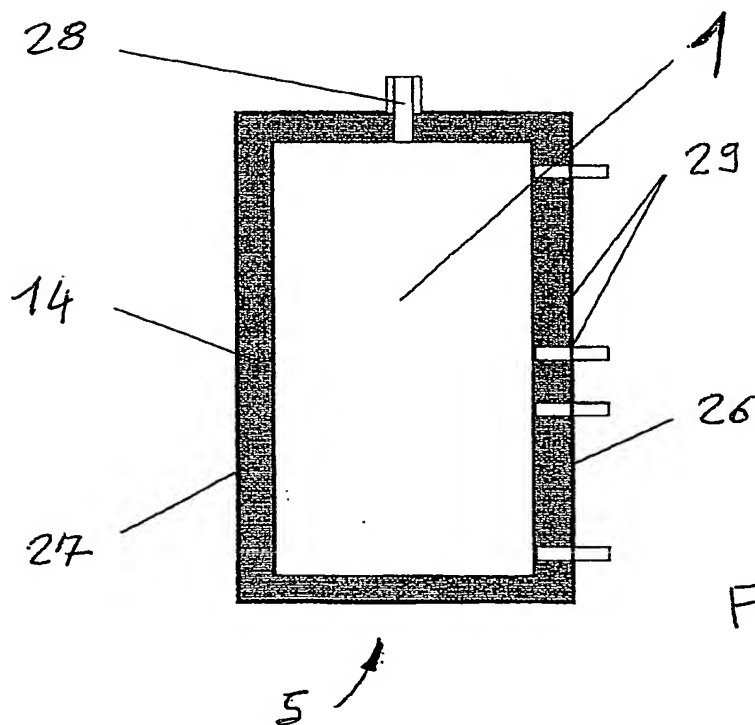


Fig. 6

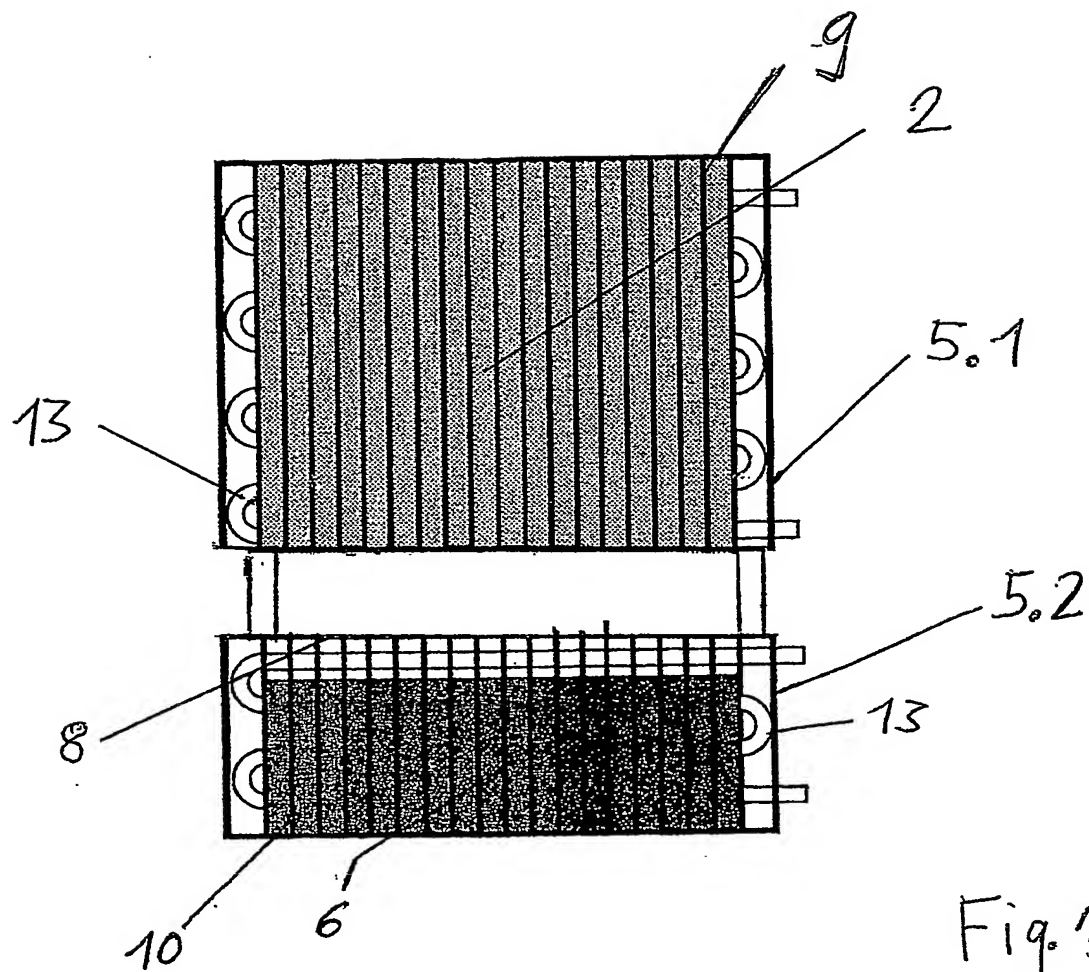


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F25B17/08 F25B35/04 F25B30/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 892 225 A (ELECTROLUX LEISURE APPLIANCES) 20 January 1999 (1999-01-20) column 7, line 52 -column 10, line 16; figures 5-9	1,2,11
A	EP 1 150 077 A (ZEO TECH BR ZEO TECH GMBH) 31 October 2001 (2001-10-31) column 4, line 49 -column 6, line 23; figures 1-4	1,3,10
A	DE 40 19 669 A (NISHIYODO AIR CONDITIONER) 14 March 1991 (1991-03-14) column 5, line 45 -column 11, line 68; figures 1-13	1,2,11, 17,18
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

Z document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 September 2003

Date of mailing of the international search report

15/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boets, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03880

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 604 100 A (SIMONNY ROGER) 25 March 1988 (1988-03-25) page 2, line 7 -page 4, line 5; figures 1,2 ----	1,4,5, 10-12,16
A	US 5 168 708 A (SIEGEL ISRAEL) 8 December 1992 (1992-12-08) column 4, line 8 - line 13 ----	3
A	DE 44 05 669 A (ZEOLITH TECH) 24 August 1995 (1995-08-24) column 4, line 26 - line 51; figure ----	5,9,12, 15
A	US 6 102 107 A (DUNNE STEPHEN R) 15 August 2000 (2000-08-15) column 8, line 11 - line 62; figures 1,2 ----	9,15
A	FR 2 539 854 A (CETIAT) 27 July 1984 (1984-07-27) page 6, line 18 -page 13, line 18; figures 1-7 ----	17,18
A	GB 2 125 154 A (EXXON RESEARCH ENGINEERING CO) 29 February 1984 (1984-02-29) ----	
A	DE 585 880 C (SIEMENS SCHUCKERTWERKE AKT GES) 14 October 1933 (1933-10-14) -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 03/03880

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 0892225	A	20-01-1999	DE	19730136 A1	21-01-1999
			AU	741612 B2	06-12-2001
			AU	7615898 A	21-01-1999
			EP	0892225 A2	20-01-1999
			JP	11108500 A	23-04-1999
			US	6213197 B1	10-04-2001
EP 1150077	A	31-10-2001	DE	10020560 A1	31-10-2001
			EP	1150077 A1	31-10-2001
DE 4019669	A	14-03-1991	JP	3091660 A	17-04-1991
			AU	608479 B1	28-03-1991
			DE	4019669 A1	14-03-1991
			FR	2651565 A1	08-03-1991
			GB	2235975 A , B	20-03-1991
			KR	9308821 B1	15-09-1993
			US	5005371 A	09-04-1991
FR 2604100	A	25-03-1988	FR	2604100 A1	25-03-1988
US 5168708	A	08-12-1992	NONE		
DE 4405669	A	24-08-1995	DE	4405669 A1	24-08-1995
			EP	0669161 A2	30-08-1995
			JP	7251129 A	03-10-1995
			US	5585145 A	17-12-1996
US 6102107	A	15-08-2000	NONE		
FR 2539854	A	27-07-1984	FR	2539854 A1	27-07-1984
			DE	3462624 D1	16-04-1987
			EP	0124455 A2	07-11-1984
			JP	60036852 A	26-02-1985
			US	4548046 A	22-10-1985
GB 2125154	A	29-02-1984	NONE		
DE 585880	C	14-10-1933	NONE		

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F25B17/08 F25B35/04 F25B30/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F25B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 892 225 A (ELECTROLUX LEISURE APPLIANCES) 20. Januar 1999 (1999-01-20) Spalte 7, Zeile 52 -Spalte 10, Zeile 16; Abbildungen 5-9	1,2,11
A	EP 1 150 077 A (ZEO TECH BR ZEO TECH GMBH) 31. Oktober 2001 (2001-10-31) Spalte 4, Zeile 49 -Spalte 6, Zeile 23; Abbildungen 1-4	1,3,10
A	DE 40 19 669 A (NISHIYODO AIR CONDITIONER) 14. März 1991 (1991-03-14) Spalte 5, Zeile 45 -Spalte 11, Zeile 68; Abbildungen 1-13	1,2,11, 17,18
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. September 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

15/09/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Boets, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FR 2 604 100 A (SIMONNY ROGER) 25. März 1988 (1988-03-25) Seite 2, Zeile 7 -Seite 4, Zeile 5; Abbildungen 1,2 ---	1,4,5, 10-12,16
A	US 5 168 708 A (SIEGEL ISRAEL) 8. Dezember 1992 (1992-12-08) Spalte 4, Zeile 8 - Zeile 13 ---	3
A	DE 44 05 669 A (ZEOLITH TECH) 24. August 1995 (1995-08-24) Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 51; Abbildung ---	5,9,12, 15
A	US 6 102 107 A (DUNNE STEPHEN R) 15. August 2000 (2000-08-15) Spalte 8, Zeile 11 - Zeile 62; Abbildungen 1,2 ---	9,15
A	FR 2 539 854 A (CETIAT) 27. Juli 1984 (1984-07-27) Seite 6, Zeile 18 -Seite 13, Zeile 18; Abbildungen 1-7 ---	17,18
A	GB 2 125 154 A (EXXON RESEARCH ENGINEERING CO) 29. Februar 1984 (1984-02-29) ---	
A	DE 585 880 C (SIEMENS SCHUCKERTWERKE AKT GES) 14. Oktober 1933 (1933-10-14) -----	

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0892225	A	20-01-1999	DE 19730136 A1	21-01-1999
			AU 741612 B2	06-12-2001
			AU 7615898 A	21-01-1999
			EP 0892225 A2	20-01-1999
			JP 11108500 A	23-04-1999
			US 6213197 B1	10-04-2001
EP 1150077	A	31-10-2001	DE 10020560 A1	31-10-2001
			EP 1150077 A1	31-10-2001
DE 4019669	A	14-03-1991	JP 3091660 A	17-04-1991
			AU 608479 B1	28-03-1991
			DE 4019669 A1	14-03-1991
			FR 2651565 A1	08-03-1991
			GB 2235975 A , B	20-03-1991
			KR 9308821 B1	15-09-1993
			US 5005371 A	09-04-1991
FR 2604100	A	25-03-1988	FR 2604100 A1	25-03-1988
US 5168708	A	08-12-1992	KEINE	
DE 4405669	A	24-08-1995	DE 4405669 A1	24-08-1995
			EP 0669161 A2	30-08-1995
			JP 7251129 A	03-10-1995
			US 5585145 A	17-12-1996
US 6102107	A	15-08-2000	KEINE	
FR 2539854	A	27-07-1984	FR 2539854 A1	27-07-1984
			DE 3462624 D1	16-04-1987
			EP 0124455 A2	07-11-1984
			JP 60036852 A	26-02-1985
			US 4548046 A	22-10-1985
GB 2125154	A	29-02-1984	KEINE	
DE 585880	C	14-10-1933	KEINE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.